戦略的行動と経済取引
（ゲーム理論入門）

9. 寡占競争

寡占

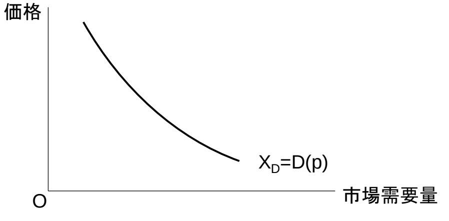
- 寡占（oligopoly）：ある市場に2社以上のごく少数の企業のみが存在する状態
- ⇒ 企業間に戦略的相互依存関係が存在
  - 例：ある企業が生産量↑⇒ 市場価格↓⇒ 他企業の利潤↓
- その他の市場構造：
  - 独占（monopoly）：市場に存在するのは1社のみ
  - 完全競争（perfect competition）：各企業は市場価格を与えられたものとして行動
  - 独占的競争（monopolistic competition）：製品差別化（⇒独占的）＆自由参入（⇒競争的）
- ⇒ いずれも企業間の戦略的関係は存在しない

寡占競争の種類

- クールノー競争（Cournot competition）
  - 戦略変数：生産量
- ベルトラン競争（Bertrand competition）
  - 戦略変数：価格
- 非数量・非価格競争
  - 戦略変数：研究開発投資、広告投資etc.
  - 数量競争や価格競争に付随するもの

準備

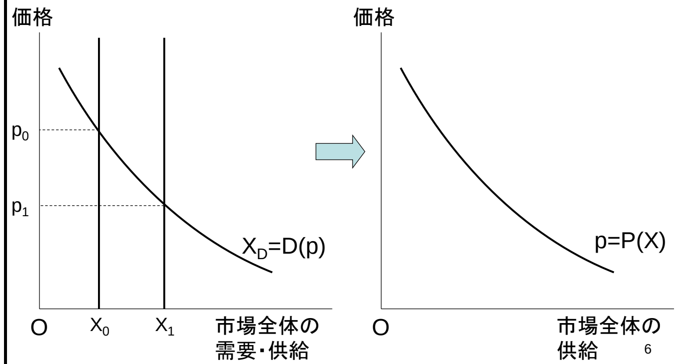
- ある財に対する消費者の需要：価格の減少関数
  - 価格↑ ⇒ 需要量↓
- 市場需要関数：すべての消費者の需要関数を集計したもの ⇒ 価格の減少関数



数量競争（クールノー競争）

- n社の企業が財を供給
  - 各企業の生産する財は同質的（homogeneous）であると仮定
- x_i：企業iの供給量、とする
- ⇒ X：市場への総供給量、とすると $X = \sum_{i=1}^{n} x_i$
- 財の市場価格：市場全体の需要＝供給となるように決定
- ⇒ 財価格：p=P(X)
  - Xの減少関数（逆需要関数, inverse demand function）

逆需要関数



クールノー=ナッシュ均衡

- 企業の目的：利潤（profit）の最大化
- 企業iの利潤：

$$\begin{aligned}\pi_i &= P(X)x_i - C_i(x_i) \\ &= P\left(x_i + \sum_{j \neq i} x_j\right)x_i - C_i(x_i) \\ &\equiv \Pi^i\left(x_i, x_{-i}\right)\end{aligned}$$

  - $C_i(x_i)$：企業iの費用関数
  - x_{-i}：企業i以外の企業の生産量の組

クールノー=ナッシュ均衡

- 企業i：他企業の生産量の組x_{-i}を所与として、自社の利潤$\Pi^i(x_i,x_{-i})$を最大にするようにx_iを決定
- ⇒ 最適反応関数：$\boxed{x_i = r_i(x_{-i})}$
- クールノー=ナッシュ均衡（Cournot-Nash equilibrium）：$x_i^C = r_i(x_{-i}^C), \quad i = 1, \cdots, n$ を満たす$\left(x_1^C, \ldots, x_n^C\right)$

クールノー=ナッシュ均衡

- 逆需要関数と費用関数を次のように特定化:
  - 逆需要関数: $\boxed{P(X) = \alpha - X, \quad \alpha > 0}$
  - 費用関数: $\boxed{C_i(x_i) = \beta x_i, \quad \beta < \alpha}$
    - すべての企業が同じ生産技術を持つと仮定
    - β:限界費用(1単位のx_i↑によって追加的に発生する費用)
- ⇒ 企業iの利潤:

$$\boxed{\Pi^i(x_i, x_{-i}) = \left(\alpha - x_i - \sum_{j \neq i} x_j\right) x_i - \beta x_i}$$

9

クールノー=ナッシュ均衡

- n=2のケース(複占, duopoly)
- 企業iの最適反応関数:

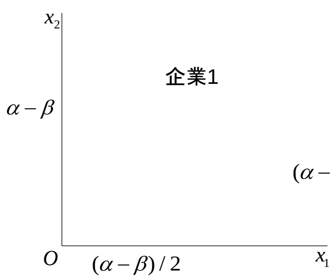
$$\boxed{x_i = r_i(x_j) = \begin{cases} & if \;\; \alpha - \beta - x_j \geq 0 \\ & if \;\; \alpha - \beta - x_j < 0 \end{cases}}$$

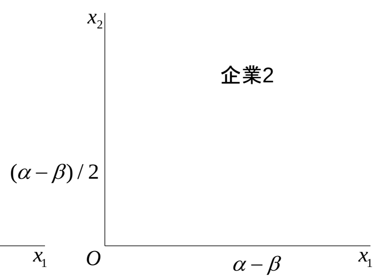
- クールノー=ナッシュ均衡: $\boxed{x_1^C = x_2^C = \quad}$
- 均衡における価格: $\boxed{p^C = \alpha - (x_1^C + x_2^C) = \quad}$

10

クールノー=ナッシュ均衡:n=2のケース

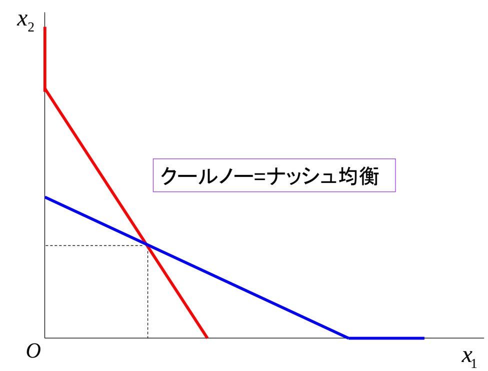
- 各企業の反応曲線:





11

クールノー=ナッシュ均衡:n=2のケース



12

クールノー=ナッシュ均衡：n社のケース

- 企業iの最適反応関数：

$$x_i = r_i(x_{-i}) = \begin{cases} & if \quad \alpha - \beta \geq \sum_{j \neq i} x_j \\ & if \quad \alpha - \beta < \sum_{j \neq i} x_j \end{cases}$$

- クールノー=ナッシュ均衡： $x_1^C = \cdots = x_n^C = \qquad \equiv x^C$
- 均衡における価格： $p^C = \alpha - n x_1^C =$

クールノー=ナッシュ均衡：独占との比較

- 財がある1社の企業によって独占的に供給される状況を想定
  - 寡占企業が合併orカルテルを結ぶ、と考えても良い
- 独占企業の利潤： $\Pi(X) = P(X)X - C(X)$
  $=$
- ⇒ 利潤を最大にする生産量＆価格：

$$X^M = \qquad , \quad p^M =$$

クールノー=ナッシュ均衡：独占との比較

- 均衡価格の比較：

$$p^C - p^M = \frac{\alpha + n\beta}{n+1} - \frac{\alpha + \beta}{2} = -\frac{(n-1)(\alpha - \beta)}{2(n+1)}$$

  - クールノー=ナッシュ均衡の方が
- 均衡市場供給量の比較：

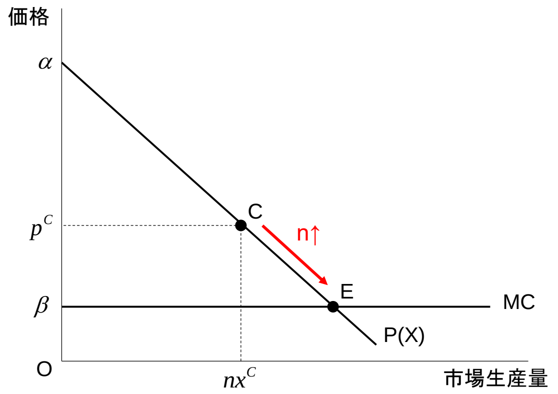
$$nx^C - X^M = \frac{n(\alpha - \beta)}{n+1} - \frac{\alpha - \beta}{2} = \frac{(n-1)(\alpha - \beta)}{2(n+1)}$$

  - クールノー=ナッシュ均衡の方が

クールノーの極限定理

- 企業数n↑⇒ クールノー均衡価格p^C↓
- n↑に伴い、均衡価格は限界費用に近づいていく： $\lim_{n \to \infty} p^C =$
- 「価格＝限界費用」：完全競争市場において成立する条件

クールノーの極限定理



逐次手番ゲームとシュタッケルベルグ均衡

- クールノー競争：すべての企業が同時に生産量を決定すると仮定
- 一部の企業が、他の企業よりも先に行動する状況を想定する
  - 先に行動する企業：「先導者（leader）」
  - 後に行動する企業：「追随者（follower）」

逐次手番ゲームとシュタッケルベルグ均衡

- 寡占競争は2段階ゲームとして特徴付けられる
  - 先導者の決定する生産量を観察して、追随者は生産量を決定
  - ⇒ 先導者は、このような追随者の行動を考慮に入れて（先読みして）、生産量を決定
- このゲームの均衡：シュタッケルベルグ均衡（Stackelberg equilibrium）
  - サブゲーム完全均衡

シュタッケルベルグ均衡

- n=2のケース
- 企業1が先導者、企業2が追随者とする
- バックワード・インダクションで解く
  - 第2段階：企業2はx_1を所与として、Π^2を最大にするようにx_2を決定
  - 第1段階：第2段階での企業2の行動を考慮に入れて、企業1はΠ^1を最大にするようにx_1を決定

シュタッケルベルグ均衡：第2段階

- 企業2の最適戦略：最適反応関数で表現される

$$\max_{x_2} \ \Pi^2(x_1, x_2) = (\alpha - \beta - x_1 - x_2) x_2$$

$$x_2 = r_2(x_1) = \begin{cases} & \text{if} \quad \alpha - \beta \geq x_1 \\ & \text{if} \quad \alpha - \beta < x_1 \end{cases}$$

シュタッケルベルグ均衡：第1段階

- 企業1の最適反応戦略：

$$\max_{x_1} \ \Pi^1(x_1, r_2(x_1)) = (\alpha - \beta - x_1 - r_2(x_1)) x_1$$
$$= \begin{cases} \left(\dfrac{\alpha - \beta - x_1}{2} \right) x_1 & \text{if} \quad \alpha - \beta \geq x_1 \\ (\alpha - \beta - x_1) x_1 & \text{if} \quad \alpha - \beta < x_1 \end{cases}$$

$$x_1^S =$$

シュタッケルベルグ均衡

- サブゲーム完全均衡：$\left(x_1^S, r_2(x_1)\right)$
- シュタッケルベルグ均衡：$\left(x_1^S, x_2^S\right) = \left(\quad , \quad \right)$
- 均衡価格：$p^S =$

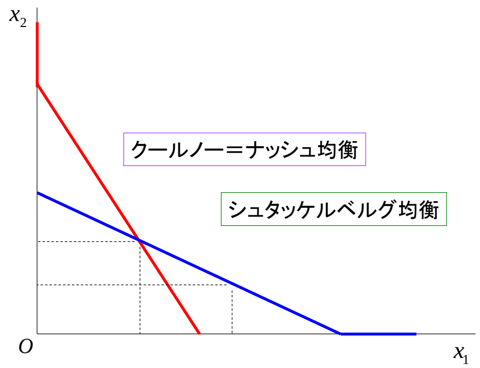
シュタッケルベルグ均衡：クールノー均衡との比較

- 各企業の均衡生産量の比較

$$x_1^S - x^C = \frac{\alpha - \beta}{2} - \frac{\alpha - \beta}{3} = \frac{\alpha - \beta}{6} \quad ,$$
$$x_2^S - x^C = \frac{\alpha - \beta}{4} - \frac{\alpha - \beta}{3} = -\frac{\alpha - \beta}{12}$$

  – 企業1（先導者）：シュタッケルベルグ均衡の方が
  – 企業2（追随者）：シュタッケルベルグ均衡の方が

シュタッケルベルグ均衡とクールノー均衡



シュタッケルベルグ均衡：クールノー均衡との比較

- 均衡価格の比較：

$$p^S - p^C = \frac{\alpha+3\beta}{4} - \frac{\alpha+2\beta}{3} = -\frac{\alpha-\beta}{12}$$

  – シュタッケルベルグ均衡の方が低

- 各企業の利潤の比較

$$\Pi_1^C - \Pi_1^S = \frac{(\alpha-\beta)^2}{9} - \frac{(\alpha-\beta)^2}{8}$$

$$\Pi_2^C - \Pi_2^S = \frac{(\alpha-\beta)^2}{9} - \frac{(\alpha-\beta)^2}{16}$$

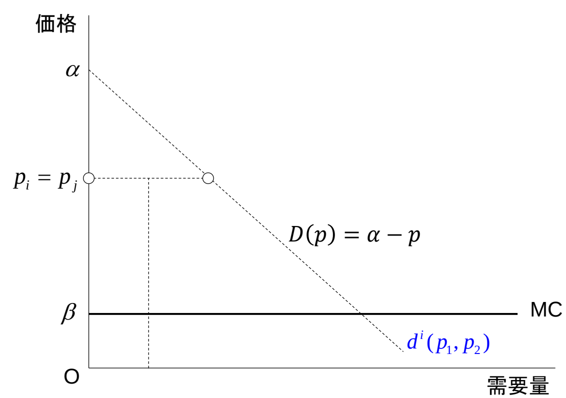
  – 先導者：シュタッケルベルグ均衡の方が
  – 追随者：シュタッケルベルグ均衡の方が

価格競争（ベルトラン競争）：同質財のケース

- 戦略変数が生産量ではなく価格のケースを想定
- n=2とする
- 同質財を生産 ⇒ 消費者は、　　価格をつけている企業から財を購入
  – 両企業とも同じ価格をつけている場合 ⇒ 両企業は需要を折半
- ⇒ 企業iの供給する財に対する需要：

$$d^i(p_1, p_2) = \begin{cases} & \text{if} \quad p_i > p_j \\ & \text{if} \quad p_i = p_j \\ & \text{if} \quad p_i < p_j \end{cases}$$

ベルトラン競争における各企業の需要曲線

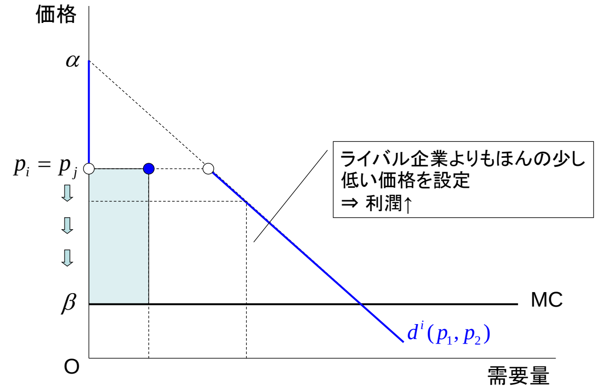


同質財のベルトラン競争：最適反応戦略

- 企業i：ライバル企業の設定する価格p_jを所与として、自社の利潤を最大にするようにp_iを決定
- 企業iの利潤：$\boxed{\pi^i(p_1, p_2) = p_i d^i(p_1, p_2) - C_i(d^i(p_1, p_2))}$

- 各企業の最適反応戦略：ライバル企業よりもほんの少し　　価格をつけて、市場を独占する
- ⇒ 最適反応関数：$\boxed{p_i = R_i(p_j)}$

ベルトラン競争における各企業の最適戦略



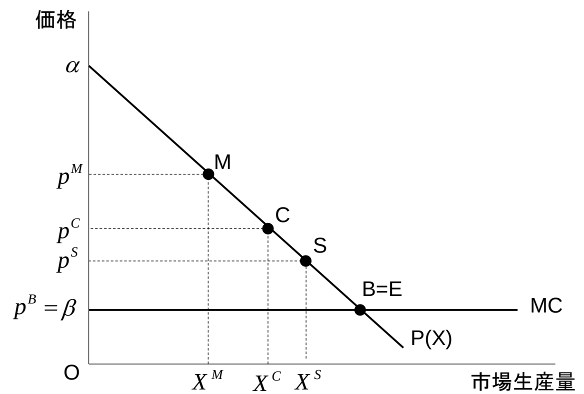
ベルトラン=ナッシュ均衡

- ベルトラン=ナッシュ均衡（Bertrand-Nash equilibrium）：

$$\boxed{p_1^B = R_1(p_2^B) \ \& \ p_2^B = R_2(p_1^B) \text{ を満たす } \left(p_1^B, p_2^B\right)}$$

- 相手企業よりも　　価格をつけるのが最適
  - ただし、 よりも低い価格をつけると、利潤は負になってしまう
- ⇒ ベルトラン均衡における均衡価格：$\boxed{p_1^B = p_2^B = \quad}$
  - 均衡価格は完全競争均衡価格に一致（ベルトランのパラドックス）

均衡価格と均衡市場生産量：まとめ



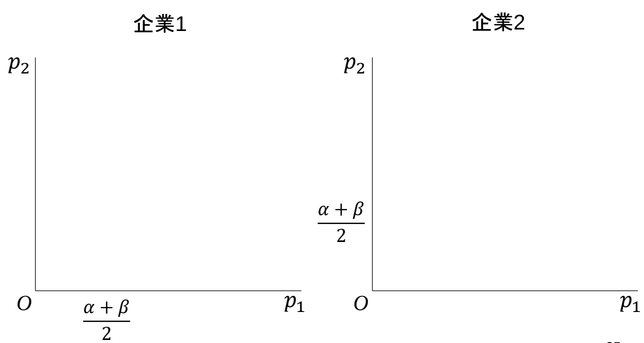
製品差別化とベルトラン競争

- 製品差別化:
  - 他社と全く同じ製品を作るのではなく、他社製品と機能的には同様だがデザインや品質、ブランド等において独自の特徴を持つ製品を生産
- 各製品に対する需要:
  - その製品の価格の減少関数
  - 他社製品の価格の増加関数
- 2社から成る複占市場における価格競争
  - 企業iの製品に対する需要関数: $d^i(p_i, p_j) = \alpha - p_i + \gamma p_j,\ 0 < \gamma < 1$
  - 生産の限界費用: $\beta < \alpha$

製品差別化とベルトラン競争

- 企業iの利潤: $\pi^i(p_i, p_j) = (p_i - \beta) d^i(p_i, p_j) = (p_i - \beta)(\alpha - p_i + \gamma p_j)$
- 企業i: p_jを所与として、利潤を最大にするようにp_iを決定
- ⇒ 最適反応関数: $p_i = r_i(p_i) =$
- 反応関数はライバル企業の製品価格の　　関数（反応曲線は右　がり）
  - クールノー競争: 反応曲線は右　がり
- 戦略的代替と戦略的補完
  - あるプレイヤーの戦略変数の増加が他のプレイヤーの戦略変数の減少（増加）を導く場合: 戦略的代替（戦略的補完）
  - クールノー競争: 戦略的代替
  - ベルトラン競争: 戦略的補完

製品差別化とベルトラン競争: 反応曲線



製品差別化とベルトラン=ナッシュ均衡